

电工电子实验教学示范中心实验教材系列

电工电子技术实验教程

——电工电子实验·设计·仿真

主 编 朱 荣
副主编 刘 涛



科学出版社

电工电子实验教学示范中心实验教材系列

电工电子技术实验教程

——电工电子实验·设计·仿真

主 编 朱 荣
副主编 刘 涛

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是根据教育部课程指导委员会颁布的电工学课程教学基本要求和昆明理工大学电工电子实践教学的实际情况,结合相关的理论知识编写而成。全书共分为5个部分,第一部分为电工与电子技术硬件实验,共有20个实验;第二部分为Multisim10仿真实验,共有21个实验;第三部分为电工电子技术综合性与设计性实验,共有9个实验;第四部分是电子实习;第五部分是与实验相关的附录,包括实验仪器仪表的使用和常用电工电子元器件及参数的介绍。

本书既可以作为高等院校非电类专业的实验和仿真实验教材,也可作为电类专业教学及电子工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术实验教程:电工电子实验·设计·仿真/朱荣主编.—北京:科学出版社,2012

电工电子实验教学示范中心实验教材系列

ISBN 978-7-03-034994-1

I. ①电… II. ①朱… III. ①电工技术-高等学校-教材②电子技术-高等学校-教材 IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 134179 号

责任编辑:贾瑞娜 / 责任校对:包志虹

责任印制:闫磊 / 封面设计:迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

骏立印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

2012年7月第一版 开本:155(720×1000)

2012年7月第一次印刷 印张:15.3/1

字数:312 000

定价:26.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

工科院校电工与电子技术课程的教学,目的是使学生获得电气技术必要的基本理论、基本知识和基本技能,培养分析能力和运算能力,并使学生得到必要的实验技能训练,为后续课程和从事相关的工程技术工作打下基础。电工与电子技术实验是学习中的重要实践环节,通过实验,不仅能使学生具有进行科学实验的动手能力,还能验证所学理论,训练实验技能。通过电路计算机仿真技术在电工电子实验中的应用,使学生了解现代电子技术分析与设计的新方法。

本书包括电工与电子技术硬件实验, Multisim10 仿真实验, 电工电子技术综合性与设计性实验, 电子实习和附录 5 个部分。其中电工技术硬件实验 9 个, 电子技术硬件实验 11 个, 共 20 个硬件实验; Multisim10 仿真实验 21 个; 综合性与设计性实验 9 个。上述安排体现了本书侧重于应用技术, 涵盖了电工电路及电子技术理论课程的基本内容, 保证多种学时理论课程的需要。除传统经典内容外, 本书增加了电子技术特别是集成电路的内容, 以及电工电子新技术的内容, 为读者拓宽了知识面。仿真实验是硬件实验很好的补充, Multisim10 仿真实验在内容上与硬件实验基本吻合, 便于学生在硬件实验前进行仿真; 部分仿真实验在硬件实验基础上还有所提高。综合性与设计性实验是对所学知识综合全面的运用, 锻炼学生运用知识的能力, 增强实践技能。电子实习部分是昆明理工大学每年的电子实习相关题目和内容, 本书中提高了原有软件版本。

参加本书编写工作的有: 梁浩燕老师编写实验 1.1、1.2, 刘涛老师编写实验 1.3~1.10, 李峰老师编写仿真实验 2.1~2.2, 邵永成老师编写附录 A.7, 何春老师编写第 4 章电子实习, 朱荣老师编写实验 1.11~1.20、仿真实验 2.3~2.21、第 3 章电工电子技术综合性与设计性实验和附录 A.1~A.6。全书修改统稿由朱荣和刘涛完成。

本书由陈颀副教授主审。本书编写过程中得到了昆明理工大学教务处, 电工电子教学与实验中心马才方、金建辉、刘海鹏、张磊、刘静等老师的大力协助, 在此表示衷心感谢。

由于作者水平有限, 书中难免有错误和不妥之处, 敬请批评指正。

编 者

2012 年 4 月 8 日

目 录

前言

第 1 章 电工与电子技术硬件实验	1
实验 1.1 常用电子仪器的使用	1
实验 1.2 基尔霍夫定律和叠加原理的验证	5
实验 1.3 戴维宁定理的研究	9
实验 1.4 RLC 串联交流电路的研究	12
实验 1.5 感性负载与功率因数的提高	15
实验 1.6 三相交流电路	19
实验 1.7 一阶 RC 电路的暂态过程	23
实验 1.8 三相异步电动机的直接启动与正反转控制	27
实验 1.9 单相双绕组变压器	31
实验 1.10 单管低频放大电路	34
实验 1.11 多级放大电路与负反馈放大电路	40
实验 1.12 差动放大电路	43
实验 1.13 基本运算电路	47
实验 1.14 功率放大电路	52
实验 1.15 波形发生电路	55
实验 1.16 直流稳压电源	58
实验 1.17 组合逻辑门电路	62
实验 1.18 双稳态触发器	65
实验 1.19 计数器	69
实验 1.20 555 集成定时器及其应用	74
第 2 章 Multisim10 仿真实验	79
实验 2.1 叠加原理和戴维宁定理	79
实验 2.2 电源的等效变换和受控源的研究	82
实验 2.3 RLC 串联交流电路的研究	87
实验 2.4 RLC 串联与并联谐振电路	90
实验 2.5 感性负载与功率因数的提高	94
实验 2.6 三相交流电路的研究	96
实验 2.7 一阶 RC 电路的响应	99
实验 2.8 小信号共射放大器	101
实验 2.9 共集电极放大器	104

实验 2.10	两级阻容耦合放大器	108
实验 2.11	负反馈放大器	111
实验 2.12	差动放大电路	114
实验 2.13	集成运算放大器	117
实验 2.14	功率放大器	121
实验 2.15	正弦波振荡器	123
实验 2.16	直流稳压电源	127
实验 2.17	逻辑门电路及其组合	130
实验 2.18	加法器、编码器与译码器	134
实验 2.19	双稳态触发器及其应用	139
实验 2.20	计数器	142
实验 2.21	555 集成定时器及其应用	145
第 3 章	电工电子技术综合性与设计性实验	149
实验 3.1	三相电路相序及功率的测量	150
实验 3.2	三相异步电动机的时间控制及顺序控制	152
实验 3.3	射极输出器	154
实验 3.4	方波-三角波发生器	155
实验 3.5	电压-频率转换电路	156
实验 3.6	可调三端集成稳压电路	158
实验 3.7	优先判决电路——四人抢答器	159
实验 3.8	双音报警器	161
实验 3.9	简易数字钟	162
第 4 章	电子实习	164
4.1	概述	164
4.1.1	电子实习目的与要求	164
4.1.2	电子实习的教学过程	164
4.2	Protel 简介	165
4.2.1	Protel 的发展演变	165
4.2.2	Protel 99SE 的主要特色	165
4.3	Protel 99SE 用于电路原理图和 PCB 设计的基本方法	166
4.3.1	电路设计的一般步骤	166
4.3.2	电路原理图的设计	166
4.3.3	PCB 板的设计	172
4.4	印制电路板的制作	177
4.4.1	印制电路板的一般制作方法	177
4.4.2	印制电路板的实验室制作	177
4.5	电子实习选题	178

4.5.1 带过流保护可调直流稳压电源	178
4.5.2 带充电功能的可调直流稳压电源	179
附录	181
A.1 指针式万用表使用说明	181
A.1.1 主要技术特性	181
A.1.2 面板简介	181
A.1.3 使用方法	182
A.1.4 注意事项	184
A.2 DF1930A 交流毫伏表使用说明	184
A.2.1 技术参数	184
A.2.2 面板说明	185
A.2.3 注意事项	186
A.3 DF1641A 函数发生器使用简介	186
A.3.1 技术指标	186
A.3.2 面板说明	187
A.3.3 注意事项	189
A.4 YB4325 型双踪示波器使用说明	189
A.4.1 面板说明	190
A.4.2 操作方法	194
A.4.3 读出功能	197
A.4.4 注意事项	199
A.5 常用电子电路元器件及主要性能参数	199
A.5.1 电阻元件	199
A.5.2 电容元件	203
A.5.3 晶体管	205
A.6 集成电路主要性能参数及引脚图	212
A.6.1 集成电路简介	212
A.6.2 几种常用模拟集成电路简介	214
A.6.3 常用的数字集成电路简介	219
A.7 Multisim10 入门目录	224
A.7.1 Multisim10 简介	224
A.7.2 Multisim 10 基本操作	225
电工与电子技术实验须知	238
参考文献	242

第 1 章 电工与电子技术硬件实验

实验 1.1 常用电子仪器的使用

1. 实验目的

- (1) 学习函数发生器输出频率、幅值的调节,面板上各旋钮的作用及使用方法。
- (2) 学习双踪示波器测量信号电压的幅度、周期(或频率)及相位的基本方法,面板上各旋钮的作用及使用方法。
- (3) 熟悉智能电工实验台、交流毫伏表等仪器设备的使用,为后续实验做准备。

2. 预习要求

- (1) 认真阅读“电工与电子技术实验须知”,了解如何进行电工实验、安全规程,以及应注意的问题。
- (2) 熟悉本次实验的具体内容,预习实验步骤。
- (3) 通过实验说明及附录,了解双踪示波器、函数发生器、交流毫伏表等仪器相关知识。

3. 实验仪器设备

名称	型号及参数说明	数量	编号
双踪示波器	YB4325	一台	
函数发生器	DF1641A1	一台	DY054-1T
交流毫伏表	DF1930A	一台	DY054-1T
实验电路	一阶、二阶电路	一块	DY013T

4. 实验原理

本实验所用电子仪器及主要技术指标简介如下。

1) YB4325 型双踪示波器

YB4325 型双踪示波器为一便携式晶体管类型的示波器,具有 CRT 读出功能。它能在屏幕上同时显示两个波形,可以方便、准确地测量信号的频率、相位和电压值。

该示波器灵敏度按 1-2-5 顺序从 1mV/格至 5V/格,20MHz 的频率特性响应。扫描速度以 1-2-5 为顺序,从 0.1 μ s/格至 0.5s/格的扫描速度。最大输入电压 400V (DC+AC 峰-峰值)。详细介绍见附录 A.4。

2) DF1641A 函数发生器/频率计

作为函数发生器时,可输出(FUNCTION)方波、三角波、正弦波、脉冲波等波形,输出频率范围 0.1Hz~2MHz,输出阻抗 $50\Omega \pm 10\%$,输出幅度不小于 20V(空载),输出幅度衰减 20dB、40dB。

频率(range)分七挡:0~2Hz/2~20Hz/20~200Hz/200Hz~2kHz/2~20kHz/20~200kHz/200kHz~2MHz。作为频率计时(探头接 COUNTER),可作为内部频率显示,也可作为外测频率,测量范围 1Hz~10MHz,输入阻抗不小于 $1M\Omega/20pF$,灵敏度 100mV(有效值),最大输入 150V(AC+DC)(带衰减器),测量误差小于 $3 \times 10^{-5} \pm 1$ 个字。详细介绍见附录 A.3。

3) DF1930A 交流毫伏表

交流毫伏表是测量正弦交流信号(有效值)的仪表。它与一般的交流电压表(万用表)相比,具有输入阻抗高、测量范围广的特点,能够完成工频及非工频下交流信号的测量。DF1930A 是一种智能型数字交流毫伏表,适用于测量频率 5Hz~2MHz,输入 $100\mu V \sim 300V$ 的正弦波有效值电压,最大输入电压 450V/ms。具备手动/自动(MANU/AUTO)测量功能,同时显示 dB/mdB 值及量程和通道。量程为 3mV、30mV、300mV、3V、30V、300V。详细介绍见附录 A.2。

5. 注意事项

(1) 仪器使用前,一定要阅读各仪器的使用说明(详见附录 A.3 和 A.4),并严格遵守操作规程。

(2) 双踪示波器的电源开关不能频繁开启。关机后,应过 1min 后再开机。光点不要长时间停留在一点上,否则荧光屏可能烧出斑点。

(3) 仪器旋钮和按键用力不宜过猛,以免造成损坏。

(4) 函数发生器、直流稳压电源的输出端不能短接。对交流电路观测时应共地连接。

6. 实验内容及步骤

1) 时基线的调节

接通电源,其指示灯亮。稍等预热,屏幕中出现光迹,分别调节亮度和聚焦旋钮,使光迹的亮度适中、清晰。垂直方式选择双踪,适当调节垂直位移旋钮,可在屏幕上观察到两条扫描时基线。

2) 观察示波器的校正电压波形

通过示波器专用(同轴电缆线)探头,将示波器内部的标准信号 1kHz、2V(峰-峰值电压)引入 CH1 输入 X 或 CH2 输入 Y,触发源开关选择 CH1 或 CH2 输入信号作为触发信号。调节触发电平旋钮,使屏上显示出稳定的波形,示波器面板的其他旋钮调节可参考表 1.1.1。

(1) 将 SEC/DIV(扫描速度)旋钮置于表 1.1.2 中所要求的各位置,记下波形在 X 轴方向一个周期所占的格数 d/cm ,计算相应频率,并与 1kHz 进行比较。

表 1.1.1 示波器面板调节

开关或旋钮名称	位置	开关或旋钮名称	位置
输入耦合开关	AC	触发极性	+
触发方式	自动	触发耦合	AC
垂直方式	CH1 或 CH2	触发源开关	CH1 或 CH2
SEC/DIV(扫描速率)	0.5ms/cm	辉度、聚焦旋钮	适中
VOLTS/DIV(灵敏度)	1V/cm		

表 1.1.2 标准信号的测量

扫描速率/(ms/cm)	d/cm	f/Hz	灵敏度/(V/cm)	h/cm	V_{P-P}/V
1			0.5		
0.5			1		
0.2			2		

(2) 将 VOLTS/DIV(灵敏度)旋钮置于表 1.1.2 中所要求的各位置,记下波形在 Y 轴方向所占的格数 h/cm ,计算 V_{P-P} (峰-峰值电压)的值,并与 2V 进行比较。有关计算公式如下:

$$T = d \times \text{扫描时间}, \quad f = \frac{1}{T}, \quad V_{P-P} = h \times \text{灵敏度}$$

3) 观察正弦交流电压波形

调节函数发生器微调旋钮,使输出电压频率为 1kHz、有效值为 5V(峰-峰值电压为 14.14V),用专用探头引入示波器的一个通道。调整示波器有关旋钮,使屏幕上呈大小适中且稳定的正弦波。按表 1.1.3 的要求进行实验。

(1) 测出波形在 X 轴方向一个周期所占的格数 d/cm ,计算相应的频率。

(2) 测出波形在 Y 轴方向的格数 h/cm ,按公式 $U = \frac{h \times \text{灵敏度}}{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}}$ 计算出电压的有效值。

表 1.1.3 正弦交流电压的测量

信号值	扫描时间	d	灵敏度	h	f	U (有效值)
	/(ms/cm)	/cm	/(V/cm)	/cm	/Hz	/V
5V, 1kHz						
自选						

4) 函数发生器及交流毫伏表的使用

将 DF1641A 函数发生器输出幅度衰减(ATTENUATOR)分别按输出幅度衰减“0dB”(无衰减)、“20dB”、“40dB”三种情况,输出波形选择“正弦波”。调节输出信号频率旋钮(FREQUENCY)和幅度旋钮(AMPLITUDE),使函数发生器输出频率为 1kHz、有效值为 7V 的信号(用 DF1930A 交流毫伏表测量电压的有效值),数据记入

表 1.1.4 中。检查函数发生器的“输出幅度衰减”是否正确。

表 1.1.4 函数发生器幅度衰减

测定项目	测定的正弦波信号 1kHz, 20V(峰-峰值电压)		
函数发生器幅度衰减	0dB 衰减	20dB 衰减	40dB 衰减
交流毫伏表测量的有效值/V			

5) 相位差的测量

测量相位一般指测量两个信号的相位差,且两个信号必须是同频率的。实验按图 1.1.1 接线,图中采用 1kHz、5V 的正弦信号,经 RC 移相网络获得同频不同相的两路信号。

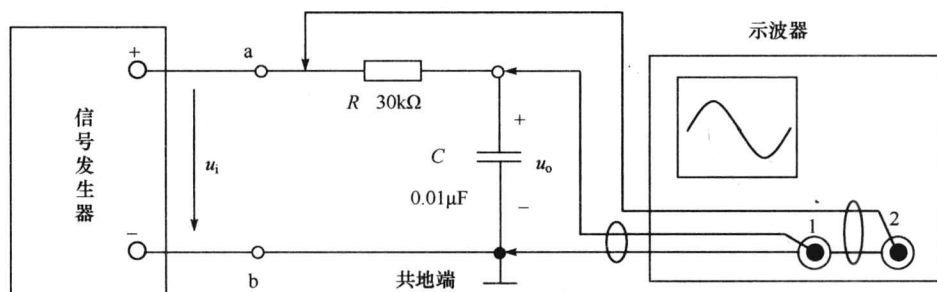


图 1.1.1 RC 移相网络接线图

(1) 用示波器观察 RC 移相网络的输入 u_i 与输出 u_o 波形。记录相关波形,并标出有关数据。

(2) 测出上述两个波形之间的相位差。其方法为:调节扫描速度开关的位置,测出波形一个周期 T 在水平方向上所占的格数 d (cm),以及两个波形的水平差距 K (cm),按下面公式可计算出相位差 φ 。将测量和计算结果记入表 1.1.5 中。

表 1.1.5 相位差的测量

K/cm	d/cm	相位差 φ (测量值) $\varphi = \frac{360^\circ}{d} \times K$	理论值 φ (测量值) $\varphi = \arctan(\omega RC)$
波形(在波形上标出 u_i 和 u_o)			

7. 实验报告要求及思考题

(1) 总结如何正确使用双踪示波器、函数发生器等仪器,用示波器读取被测信号电

压值、周期(频率)的方法。

(2) 若要测量信号波形上任意两点间的电压应如何测量?

(3) 被测信号参数与实验仪器技术指标之间有什么关系,如何根据实验要求选择仪器?

(4) 用示波器观察某信号波形时,要达到以下要求,应调节哪些旋钮? ①使波形清晰;②使波形稳定;③改变所显示波形的周期数;④改变所显示波形的幅值。

实验 1.2 基尔霍夫定律和叠加原理的验证

1. 实验目的

(1) 验证基尔霍夫定律和叠加原理。

(2) 学习电压表、电流表、万用表等常用仪器、仪表的使用。

2. 预习要求

(1) 参考附录,了解实验中所用的仪器仪表的工作原理、特性及使用方法。

(2) 根据图 1.2.2 所示的给定参数,用基尔霍夫定律计算支路与回路的理论值。

(3) 根据图 1.2.3 所示的给定参数,用叠加原理计算各支路的理论值。

3. 实验仪器设备

名称	型号及参数说明	数量	编号
双路直流稳压电源	+10V、-6V 切换	一台	DY031T
直流电压表	量程 0/20/200V	一台	DG054-1T
直流电流表	量程 0/200mA/2A	一块	DG054-1T
实验电路	直流电路基本定律及分析	一块	DG013T

4. 实验原理

1) 基尔霍夫定律

(1) 基尔霍夫电流定律:任何时刻,任一节点所有支路电流的代数和恒等于零,即 $\sum i = 0$ 。

(2) 基尔霍夫电压定律:任何时刻,沿任一回路内所有支路或元件电压的代数和恒等于零,即 $\sum u = 0$ 。

2) 叠加原理

即多个独立电源作用于线性电路中,任何一条支路中的电流(或任意两点的电压)都可以看成是由电路中各个电源(电压源或电流源)单独作用时,在该支路中所产生电

流(或该两点的电压)的代数和。如图 1.2.2 所示,实验时使用双路输出的直流稳压源作为电压源 E_1 和 E_2 ,电源的内阻很小,可忽略不计。

3) 电流插座和插头的使用

在 DG013T 的各实验电路中,提供有多个独立的电流插座(一般标为 A),其原理如图 1.2.1 所示。当需要测量某一支路电流时,可利用串联在被测电流支路上的电流插座,将与一个电流表相连接的电流插头插入电流插座中,即将电流表接入电路中,电流流经电流表测得所需支路电流。如将电流插头拔出,就将电流表从该支路中取出,而该支路经过电流插口仍保持导通。

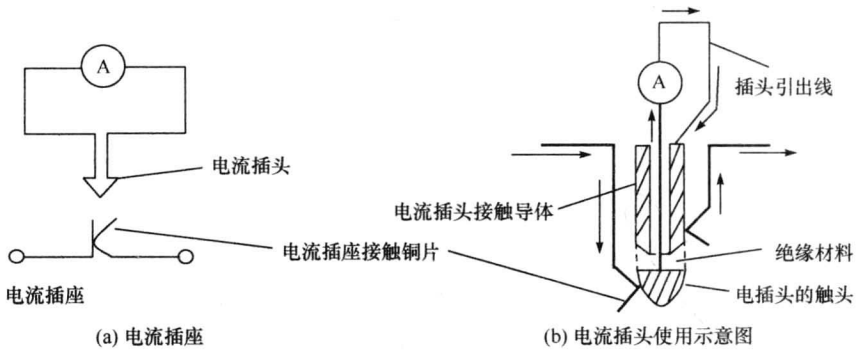


图 1.2.1 电流插座和插头结构

4) 万用表的使用方法

万用表可测量多种电量,虽然准确度不高,但是使用简单,携带方便,特别适用于检查线路和修理电气设备。万用表有磁电式(指针式)和数字式两种,如 VC3010 或 VC3021 指针式万用表。

(1) 端钮(或插孔)的选择。①万用表一般配有红、黑两种颜色的表笔,面板上也有红、黑两色端钮或标有“+”、“-”极性的插孔。使用时应将红表笔接红色端钮或插入标有“+”号的插孔内,黑表笔接黑色端钮或插入标有“-”号的插孔内。②测电流时串连接入电路,测电压时并连接入电路。测量直流时要注意正负极性,红表笔接正极,黑表笔接负极。

(2) 转换开关位置的选择。①根据测量对象,将转换开关转至需要的位置上。例如,测量电压,转换开关转至电压挡;测量电流,转换开关转至电流挡。严禁在带电测量时旋转转换开关;严禁带电测电阻。②合理选择量程。决定测量范围时,选择较高量程。如果测量值不可预测,应选最大范围。测量电压或电流时,应使被测值落在量程的 $1/2 \sim 2/3$ 范围内;测量电阻时,测量值应尽量落在欧姆表中心值的 $0.1 \sim 10$ 倍范围内。这样读数比较准确。

(3) 机械调零和欧姆调零。用万用表测量前,应通过面板上的调零螺钉进行机械调零,以保证测量的准确性。在测量电阻时,每转换一次量程时,都要进行欧姆调零。方法是将两根表笔短接,如指针不在 $R=0$ 的位置上,则调整面板上的“零位欧姆调节”旋钮,使指针指零。

(4) 测量完毕,将开关转至交流电压挡最大量程位置上或旋至“OFF”档。注意,使用万用表测量电阻时,面板上的“+”端接至内部电池的负极上,而“-”端接至内部电池的正极上。

5. 注意事项

- (1) 需要更改线路时,先断开电源以避免带电操作。
- (2) 要等待测量表中的数据稳定后再读数,记录数据时应标出正负号。
- (3) 在启动实验台的电源前,应使直流稳压电源、恒流源的输出旋钮置于零位,实验时再缓缓地增、减输出。恒压源的输出不允许短路。

6. 实验内容及步骤

1) 验证基尔霍夫定律

(1) 按图 1.2.2 接线。其中 I_1 、 I_2 、 I_3 通过电流插口测量(电流插头接 DG054-1T 的 2A 直流电流表), S_1 、 S_2 是双刀双掷开关。

(2) 先将 S_1 、 S_2 合向短路线一边,调节双路直流稳压电源 DY031T,使 $E_1 = 10V$, $E_2 = 6V$ (最好用电压表测量 DY031T 的输出电压)。

(3) 将 S_1 、 S_2 合向电源一边,按表 1.2.1 和表 1.2.2 中给出的各参量进行测量并记录,验证基尔霍夫定律。

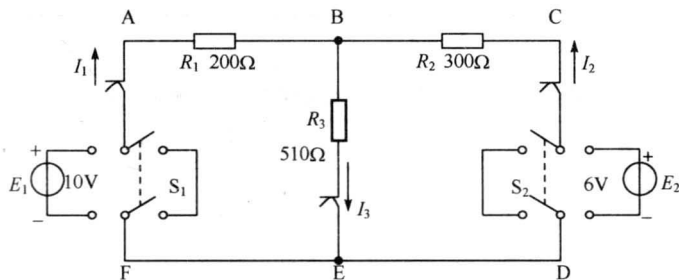


图 1.2.2 基尔霍夫定律实验电路

表 1.2.1 基尔霍夫电流定律

I_1/mA	I_2/mA	I_3/mA	验证节点 B: $\sum I = 0$

表 1.2.2 基尔霍夫电压定律

U_{AB}/V	U_{BC}/V	U_{CE}/V	U_{EA}/V	U_{BE}/V	验证: $\sum U = 0$	
					回路 ABCDEFA	回路 ABEFA

2) 验证叠加原理

(1) 取双路可调直流稳压电源输出: $E_1 = 10V$, $E_2 = -6V$ (注意 E_2 极性与图 1.2.2

相反)。根据电路中标明的支路电流及电阻端电压的参考方向,进行实验验证。

(2) 按图 1.2.3 接线,开关 S_1 、 S_2 均置向各自的电源。测量 E_1 、 E_2 共同作用下 R_3 支路的电流 I_3 及电压 U_3 的数值,数据记入表 1.2.3 中。

(3) 在图 1.2.3 中将 E_2 断开, S_2 置向短路线, S_1 置向电源。测量 E_1 单独作用下 R_3 支路的电流 I_3 及电压 U_3 的数值,数据记入表 1.2.3 中。

(4) 在图 1.2.3 中将 E_1 断开, S_1 置向短路线, S_2 置向电源。测量 E_2 单独作用下 R_3 支路的电流 I_3 及电压 U_3 的数值,数据记入表 1.2.3 中。

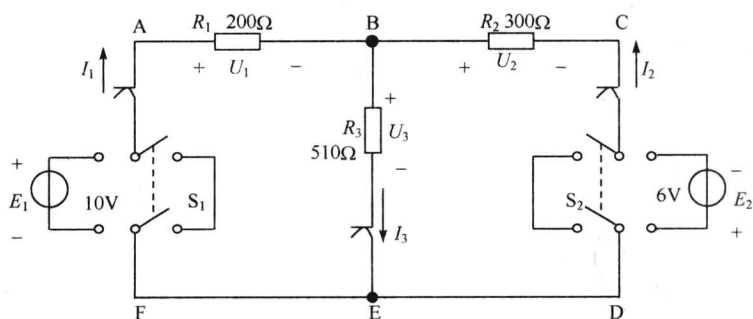


图 1.2.3 叠加原理实验电路图

表 1.2.3 叠加原理的验证

待测量 外接电源	I_3/mA			U_3/V		
	测量值	计算值	相对误差	测量值	计算值	相对误差
E_1 、 E_2 同时作用						
E_1 单独作用						
E_2 单独作用						

(5) 如图 1.2.4 所示,在 R_3 下面串联一只二极管(型号 4001),重复步骤(2)~(4)的测量。验证该支路的电流 I_3 及电压 U_3 是否满足叠加原理,记录相关数据至表 1.2.4 中。

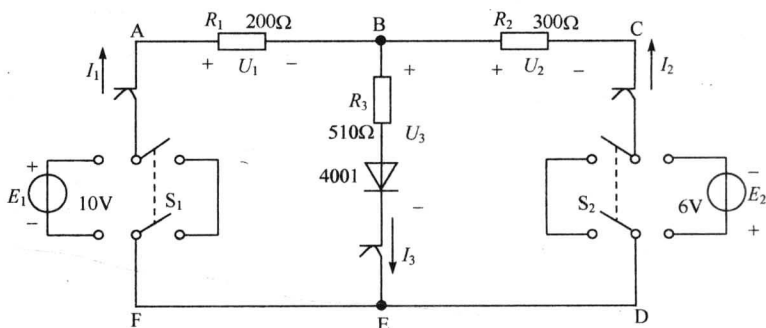


图 1.2.4 叠加原理实验电路图

表 1.2.4 叠加原理的验证

外接电源	待测量	I_3/mA	U_3/V
	E_1, E_2 同时作用		
	E_1 单独作用		
	E_2 单独作用		

7. 实验报告要求及思考题

- (1) 说明基尔霍夫定律和叠加原理的正确性。计算相对误差,并分析误差原因。
- (2) 使用万用表测量电阻、直流电压、直流电流时,应注意什么问题?
- (3) 实验时,如果电源(信号源)内阻不能忽略,应如何进行?
- (4) 若电路中直流电源改为交流电源,基尔霍夫定律和叠加原理还成立吗?

实验 1.3 戴维宁定理的研究

1. 实验目的

- (1) 验证戴维宁定理,学习有源二端网络伏安特性的测试方法。
- (2) 学习通过实验来实现有源二端网络的等效变换。

2. 预习要求

- (1) 根据实验内容估算电流及电压值并选择仪表量程。
- (2) 根据图 1.3.1 所示的给定参数,用戴维宁定理计算出 a、b 点左侧有源二端网络的开路电压 U_0 、等效电阻 R_0 和短路电流 I_s 。

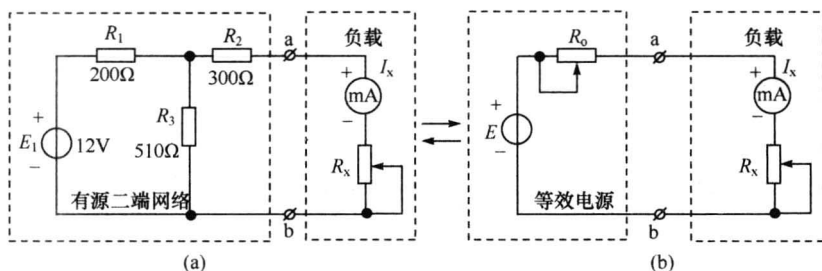


图 1.3.1 戴维宁定理实验电路图

3. 实验仪器设备

名称	型号及参数说明	数量	编号
双路直流稳压电源	输出 +12V	一台	DY031T
直流电压表/直流电流表	量程 0/20/200V, 量程 0/200mA/2A	各一块	DG054-1T

续表

名称	型号及参数说明	数量	编号
万用表	VC3010 或 VC3021	一块	
实验电路	直流电路基本定律及分析	一块	DG013T
电阻箱	R_x 100Ω~10kΩ	一台	DG02

4. 实验原理

(1) 戴维宁定理。任何一个线性有源二端网络都可以用一个电动势为 E 的理想电压源和内阻为 R_0 的电阻串联等效替代。电动势 E 等于该二端网络的开路电压 U_{oc} (U_{∞}), 内阻 R_0 等于二端网络内部除去理想电源(理想电压源短路, 理想电流源开路)后该网络的输入端电阻(等效电阻), 如图 1.3.1 所示。

(2) 线性有源二端网络输出电压与电流间的函数关系称为这个网络的外特性(伏安特性), 即 $U=f(I)$ 。用图 1.3.2(a) 所示的线路测出网络在不同负载下的电压和电流, 就能得到网络的外特性曲线, 如图 1.3.2(b) 所示, 是一条直线。它与其等效的电压源的外特性 ($U=E-IR_0$) 相同。根据外特性曲线求出斜率 $\tan\varphi$, 则等效电阻为 $R_0 = \tan\varphi = \frac{\Delta U}{\Delta I}$ 。 E 可利用外特性关系式 $U=E-IR_0$ 计算出, 或用开路电压法直接测得。

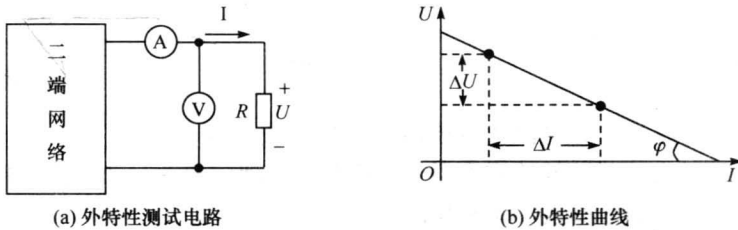


图 1.3.2

5. 注意事项

- (1) 参考实验 1.2 注意事项。
- (2) 图 1.3.1 的 R_x 电阻箱即是负载电阻 R_L , 电流表(mA 电流插口)可参考实验 1.2 的接法。电阻箱变换电阻时不能使其电阻为 0。

6. 实验内容及步骤

1) 验证戴维宁定理

取双路可调直流稳压电源, 使 $E_1=12V$ 。按图 1.3.1(a) 接线, a、b 端左边的电路为有源二端网络。其等效电压源参数 E 和 R_0 的测量, 可采用以下 2 种方法:

- (1) 两次电压法: 先断开 a、b 端, 测量有源二端网络的开路电压 U_{oc} 。在端口外接已知负载电阻 R_x (电阻箱 R_x 取 1kΩ), 再次测量端电压 U_{cd} , 按公式 $R_0 = \left(\frac{U_{oc}}{U_{cd}} - 1\right) \times R_x$